Haberleşme Sistemi ve Sinyal Kodlama

BİLGİSAYAR AĞLARI

Öğr. Gör. Özkan CANAY

Bu ders içeriğinin basım, yayım ve satış hakları Öğr. Gör. Özkan CANAY 'a aittir. İzin almadan ders içeriğinin tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kayıt veya başka şekillerde çoğaltılamaz, basılamaz ve dağıtılamaz.

Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Her hakkı saklıdır © 2019

Önsöz

"Bilgi Çağı" olarak adlandırılan 21. Yüzyıl'da bilgi, çok hızlı üretilen ve ona sahip olana üstünlükler sağlayan önemli bir unsur haline gelmiştir. Süratle değişen ve artan bilginin paylaşılması ve çoğaltılması her dönem olduğu gibi bugün de stratejik bir öneme sahiptir.

Bilgisayar ağları, bilgi alışverişinin çok hızlı bir şekilde gerçekleştiği günümüz haberleşmesinin vazgeçilmez araçlarıdır. Kullandığı sistemin ölçeği ve kullanım amacı ne olursa olsun, her bilgisayar kullanıcısı mutlaka bilgisayar haberleşmesinin sunduğu hizmetlerden yararlanmaktadır.

Bu gelişmenin başlıca sebebi, son birkaç on yılda hayatımıza girmesiyle birlikte hızla iş ve sosyal yaşama nüfuz ederek önemli bir yer edinen İnternet'tir. Dünya çapında bir bilgisayar ağı olan İnternet, hiç şüphesiz bugün her alanda kullanılan önemli bir bilgi ve iletişim ortamıdır.

Ders içeriğimiz, elektronik haberleşme ve bilgisayar ağlarının en temel konulardan başlanarak, ağ sistemleri ve İnternet ile ilgili temel konuları kapsayacak şekilde hazırlanmıştır. Bu içerik ile ağ ortamını oluşturan teknolojileri en iyi şekilde tanımanız ve bunları doğru biçimde kullanabilir hale gelmeniz amaçlanmıştır.

Öğr. Gör. Özkan CANAY

Sakarya, 2019

Hedefler

Bu üniteyi tamamladıktan sonra aşağıdaki yetkinliklere sahip olmanız beklenir:

- Haberleşme sistemi işleyişini tanımlayabilmek.
- Sinyallerin nasıl kodlandığını açıklayabilmek.
- Kodlama tekniklerini açıklayabilmek.

İçindekiler

2. HABERLEŞME SİSTEMİ VE SİNYAL KODLAMA

2.1. Haberleşme Sistemi

2.2. Sinyallerin Kodlanması

2.3. Kodlama Teknikleri

- Çalışma Soruları
- Kaynaklar

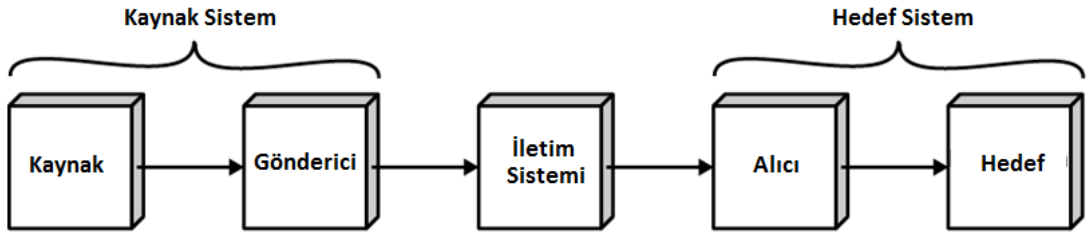
2. HABERLEŞME SİSTEMİ VE SİNYAL KODLAMA

2.1. Haberleşme Sistemi

Haberleşme sistemi genel olarak beş birimden oluşur. Bunlar:

- Kaynak
- Gönderici
- İletim Sistemi (ortamı)
- Alıcı
- Hedef

Aşağıdaki şekilde haberleşme sisteminin genel blok şeması ve bu şemaya uygun bir örnek verilmiştir. "Kaynak" ve "gönderici" birimleri "kaynak sistemi", "alıcı" ve "hedef" ise "hedef sistemi" oluşturmaktadır.



a. Genel Blok Şeması

b. Örnek Haberleşme Sistemi

İletim sistemi ya da ortamlarına hava, su, bakır kablo, fiber kablo örnek verilebilir. Kaynak ve hedef; insan, bilgisayar, mobil cihaz olabilmektedir. Gönderici ve alıcı için ise insan dili, modem vb. örnekler verilebilir.

Şekildeki örnek haberleşme sisteminde kaynağımızın bir bilgisayar, göndericimiz ve alıcımızın birer modem, hedefimizin bir sunucu olduğu görülmektedir. İletim sistemi ya da iletim ortamı olarak bu örnekte telefon şebekesi kullanılmıştır.

Haberleşme sistemini, analog ve sayısal kavramlarını irdeledikten sonra veri ve sinyal için duruma bakalım:

Veri **analog** ve **sayısal** olabilmektedir.

Analog Veri: Ses, video, vb. gerçek hayattan toplanan veriler.

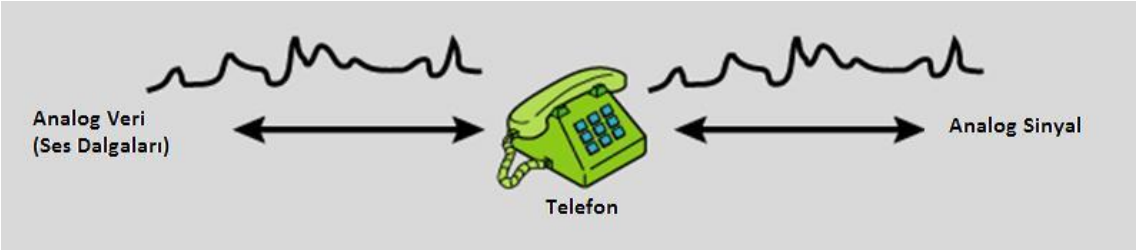
Sayısal Veri: 0110110101 (metin, tamsayı ya da sayısal her türlü veri).

Veri gibi, verinin fiziksel ortamdaki gösterim biçimi olan sinyal de **analog** ve **sayısal** olmak üzere iki şekilde olabilir. Buna göre; hem verinin, hem de sinyalin analog-sayısal olmasına göre dört farklı durum ortaya çıkmaktadır:

a. Analog Veri-Analog Sinyal
b. Sayısal Veri-Analog Sinyal
c. Analog Veri-Sayısal Sinyal
d. Sayısal Veri-Sayısal Sinyal

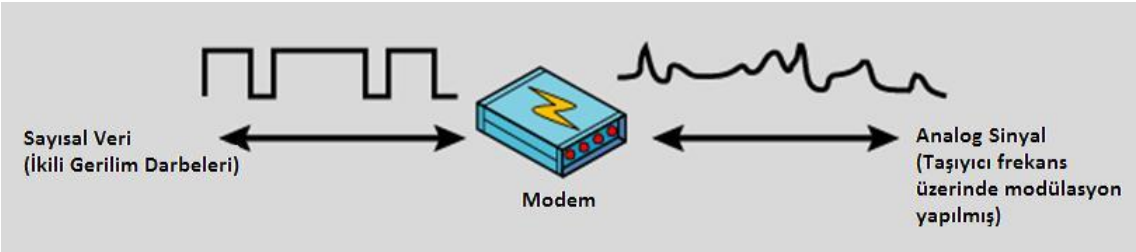
a. Analog Veri-Analog Sinyal

Analog Sinyaller, verinin zamanda sürekli olan değişken elektromanyetik dalgalar olarak ifade edilmesidir.



Yukarıdaki şekil; verimizin analog, iletim ortamındaki sinyalimizin de analog olduğu durumdur. Buradaki analog veriye örnek olarak ses dalgaları verilmiş ve bu ses dalgalarının telefonla uzak kişilere aktarılması istenmiştir. Ses verisi herhangi bir dönüşüme uğratılmadan analog olarak sinyal halinde karşı tarafa iletilmiştir.

b. Sayısal Veri-Analog Sinyal

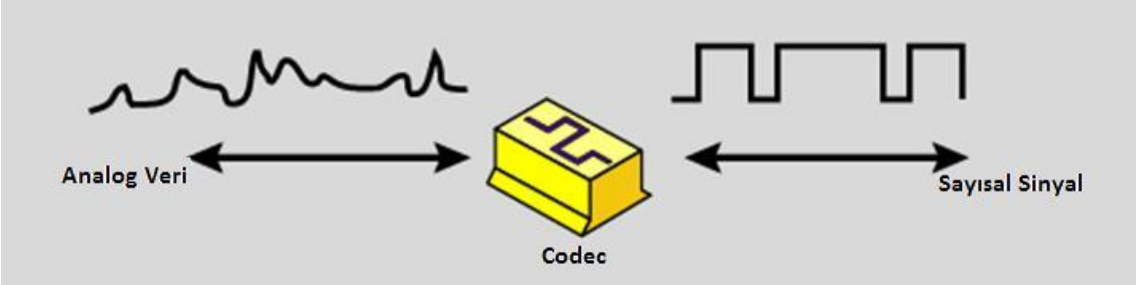


Yukarıdaki şekil; verimizin sayısal, iletim ortamındaki sinyalimizin de analog olduğu durumdur. Buradaki sayısal veriye örnek olarak bilgisayarımızı düşünebiliriz. Bir önceki nesil olan çevirme bağlantılı (dial-up) internet erişiminde iletim ortamı analogdur.

Bu sebeple sayısal verinin analog ortamda taşınabilmesi için bu verinin modülasyona tabi tutularak analog sinyale dönüştürülmesi gerekir. Bu sebeple ara bağlantı cihazı olarak modem (MOdulatör- DEModulatör) kullanılır. Faks cihazı da benzer bir mantıkla çalışır.

c. Analog Veri-Sayısal Sinyal

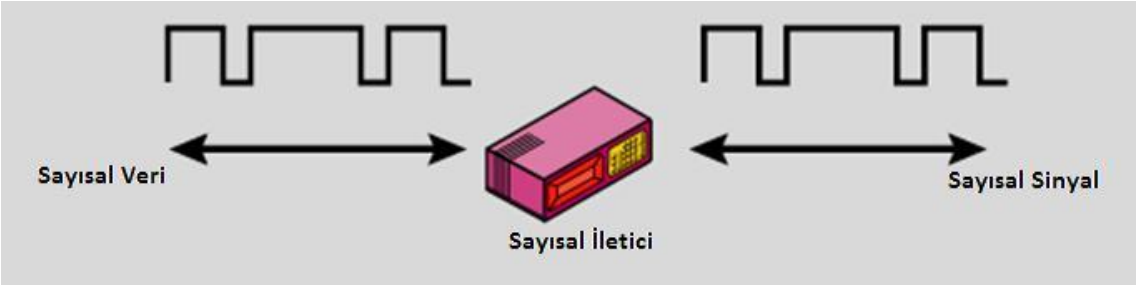
Sayısal Sinyaller, gerilim darbelerinin peş peşe gelmesiyle ifade edilmesidir. Aşağıdaki şekil; verimizin analog, iletim ortamındaki sinyalimizin ise sayısal olduğu durumdur.



Buradaki analog veriye örnek olarak yine ses dalgaları verilebilir. Ses verilerinin sayısal ortamda iletilebilmesi için sayısallaştırılması gerekmektedir. Bu sebeple veri Kodlayıcı (Codec - COder/DECoder) ile sayısallaştırılır (VoIP telefonlar gibi).

MP3 gibi ses dosyaları veya MPEG gibi video dosyalarını oynatabilmeniz için bu dosyalarının codeclerinin (nasıl kodlandığının bilgisinin) bilgisayarınızda ya da diğer donanımınızda yüklü olması gerekmektedir. Kodlama işleminden sonra sayısal sinyal, sayısal iletim ortamında aktarılabilir.

d. Sayısal Veri-Sayısal Sinyal



Yukarıdaki şekil; verimizin sayısal, iletim ortamındaki sinyalimizin de sayısal olduğu durumdur. Buradaki sayısal veri herhangi bir web sayfası açtığımızdaki yüklenen veriler ya da anlık ileti programlarından biri ile yazmış olduğunuz bir mesaj olabilir.

İletim ortamını ise sayısal bir bağlatı türü olan ADSL bağlantısı olarak düşünebiliriz. Sayısal olan veri herhangi bir dönüşüm olmadan sayısal ortam üzerinden aktarılır. Yönlendirici (router) ve anahtar (switch), sayısal iletici olarak kullanılan ağ ara bağlaşım cihazlarına örnek olarak verilebilir.

2.2. Sinyallerin Kodlanması

Veri ya da sinyalin sayısal ya da analog olması durumuna göre farklı durumlar ortaya çıkar. Veri, göndermek istediğimiz bilgi iken; sinyal ise bu bilginin iletim ortamındaki halidir. Paralel veya seri olarak gönderilecek ikili bilgilerin iletilmesi için farklı gerilim seviyeleri kullanılır.

- '1' değerini iletmek için yüksek gerilim seviyesi (örn. +5V) kullanılır.
- '0' değerini iletmek için düşük gerilim seviyesi (örn. 0V) kullanılır.

Bilginin iletilmesinde kullanılan iletim ortamına ve kullanılan gerilim seviyesine bağlı olarak, iletim hızını ve iletim mesafelerini sınırlayan dört temel faktör bulunmaktadır.

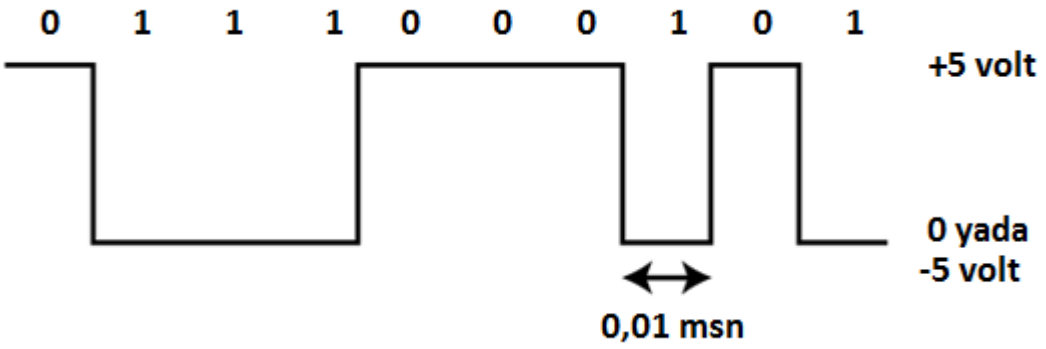
- **İşaret Zayıflaması (Attenuation):** Veri iletişiminde, iletimde kullanılan elektromanyetik dalga yayıldıkça enerjisinin bir kısmı ısıya dönüşür ve kaybolur. Mesafe arttıkça zayıflayan bir dalga, alıcı tarafında güvenilir bir biçimde algılanamayabilir. İletilecek bilginin hızı ve erişeceği mesafe, kablolu iletimde elektromanyetik dalganın özelliğine ve kablosuz iletişiminde ise radyo dalgalarını engelleyebilecek fiziksel engellerin durumuna bağlıdır.

- **İşaret Bozulması (Distortion):** Elektromanyetik dalgalardan oluşan işaretlerde, her bir dalganın iletiminde farklı zayıflamalar ve gecikmeler olabileceğinden, alıcı tarafta gönderilenden çok farklı bir işaret alınabilir.

- **İşaret Dağılması/Saçılması (Dispersion):** Elektromanyetik enerjinin, yayılım sırasında dağılarak kaybolması mümkündür. Yayılım sırasında oluşabilecek işaret dağılması kullanılacak ara elemanlar ile azaltılır.

- **Gürültü (Noise):** Bir işarette iletim sırasında oluşabilecek değişiklikler 'gürültü' olarak adlandırılır. Gürültü, ikili bilgilerin güvenilir bir biçimde gönderilmesine engelleyen etkenlerden birisidir.

Sayısal Verinin Sayısal Sinyale Kodlanması



Yukarıdaki şekilde görüldüğü üzere sayısal sinyal; ayrık, sürekli olmayan voltaj darbeleri dizisidir. Burada 0 ve 1 verilerinin elektriksel karşılıkları örnek olarak verilmiştir. Şekilde 0 verisi +5 volt ile gösterilirken, 1 verisi 0 ya da -5 volt ile gösterilmiştir. Başka bir sistemde 0 verisi 0 volt ve 1 verisi +12 volt ile gösterilebilir. Yine şekilde gösterilen 0,01 msn zamanı; bit aralığı olarak ifade edilir. Yani bir bitin genişliği süre olarak verilmiştir. Ve bu değer aynı iletim sistemindeki tüm bitler için aynı olmalıdır.

İkilik sistemdeki veriler, her bir bitin sinyal elemanına kodlanması ile iletilir. En basit yol, her veri bitinin birebir olarak sinyal elemanına kodlanmasıdır. Daha karmaşık kodlama teknikleri performansı artırma için kullanılmaktadır. Genel olarak, sayısal verilerin sayısal sinyallere kodlanması; sayısal verilerin analog sinyallere modülasyonundan daha az karmaşık ve daha ucuzdur.

Bu aşamada bazı terimleri bilmemiz gerekmektedir:

Unipolar: Tek kutuplu; bütün sinyal elemanlarının aynı işarete (+ ya da -) olduğu durumdur.

Polar: Kutuplu; bir mantık durumu (0 yada 1) pozitif voltaj ile temsil edilirken diğer mantık durumunun negatif voltaj ile temsil edilmesidir.

Data rate: Veri hızı (R); saniyede iletilen bit sayısı olarak veri hızıdır.

Bit süresi ya da boyu: (1/R) Bir bitin sn cinsinden genişliğidir.

Modülasyon hızı: Sinyal seviyesindeki değişim hızıdır. Baud olarak ölçülür ve saniyede iletilen sinyal elemanı sayısıdır. Kullanılan kodlama tekniğine bağlı olarak değişir.

İşaret ve Boşluk: 1 ve 0.

Sinyallerin Yorumlanması

Alıcı tarafında gönderilen sinyallerin yorumlanabilmesindeki aşamalar aşağıdaki gibidir. Öncelikle, alıcı her bitin zamanlamasını bilmelidir. Yani bir bitin başlangıç ve bitişinin ne zaman olduğunu bilmesi gerekir. İkinci olarak, alıcı aldığı her bit için sinyal seviyesinin değerini ölçmeli ve bir sinyal seviyesine (0 ya da 1) eşleştirmelidir. Bunu yapabilmek için en uygun zaman bit ortasında ölçüm yapması ve eşik değeriyle kıyaslama yaparak 0 ya da 1 olarak tanımlamasıdır. Bit ortasında ölçüm yapılması gürültü ve diğer bozulmaların etkisini azaltmak içindir.

Önemli olan üç faktör şunlardır:

- Sinyalin gürültüye oranı (SNR-Signal to Noise Ratio)
- Veri hızı
- Bant genişliği

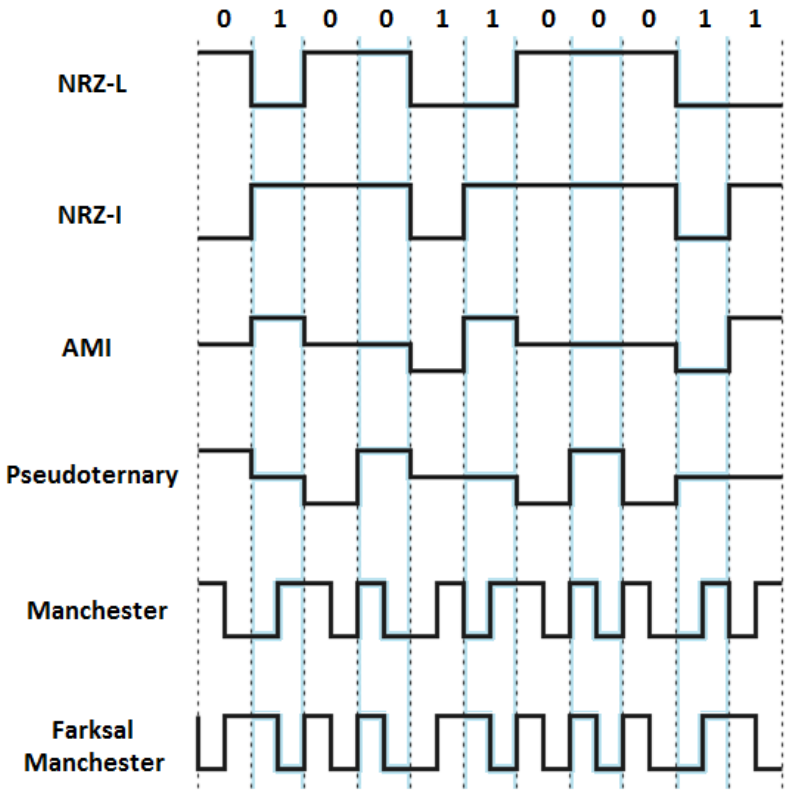
Veri hızı arttıkça bit hata oranı (BER-Bit Error Rate) artacaktır. SNR'nin artması, yani sinyal kalitesinin artması, bit hata oranını düşürecektir. Bant genişliğinin yükselmesi, veri hızının yükselmesine imkân tanıyacaktır.

Bunların dışında, performansı artırmak için kullanılan bir diğer faktör de kodlama tekniğidir. Kodlama tekniği veri bitlerinin, sinyal elemanlarına dönüştürülmesidir.

2.3. Kodlama Teknikleri

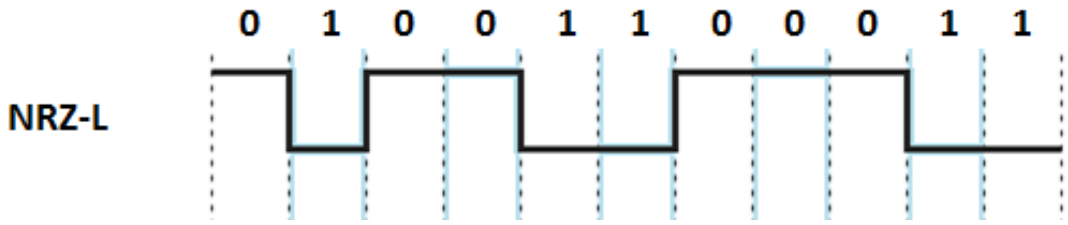
Sayısal bilginin eşzamanlı olarak sayısal işaretle iletilmesi durumunda işaret, iletim ortamına kodlanarak yerleştirilir. Alıcı tarafından alınan işaretin değeri, kullanılan kodlama çeşidine bağlı olarak belirlenir. Sayısal değerlerin işaret şekline dönüştürülmesinde (işaretin kodlanmasında) yaygın olarak kullanılan "sabit gerilim düzeylerinin kullanılması" ve "gerilim düzeylerinin bit ortasında değiştirilmesi" biçiminde iki farklı teknik bulunmaktadır. Sayısal işaretin kodlanmasında bu iki farklı teknik kullanılarak çeşitli kodlama yöntemleri geliştirilmiştir.

Aşağıdaki şekilde değinilecek olan kodlama tekniklerinin isimleri ve **01001100011** veri dizisinin ilgili tekniğe göre nasıl kodlandığını ve sinyale dönüştüğünü görülmektedir.



NRZ –L (Non Return Zero-Level) Sıfıra Dönmeyen

Sayısal sinyallerin iletimindeki en kolay ve sık kullanılan yol, 0 ve 1 verilerini iki farklı gerilim seviyesi kullanarak iletmektir. Kodlamadaki mantık, bit süresince gerilim seviyesinin sabit kalması ve herhangi bir geçişin olmamasıdır (yani sıfır voltaj seviyesine dönmemesi). İkilik 0 değeri 0 voltaj seviyesi ve ikilik 1 değeri de pozitif voltaj ile ifade edilebilir (RZ-Return Zero Sıfıra Dönen). Daha sık kullanılan, bitlerden (0 ya da 1) birinin negatif voltaj ile diğerinin pozitif voltaj ile gösterildiği durum olan NRZ-L kodlama tekniğidir. Kısa mesafeli terminal cihazları ile diğer aygıtlar arasındaki sayısal verilerin oluşturulması veya yorumlanmasında kullanılır (PC- Harici Modem arası gibi). Aşağıdaki şekilde NRZ-L kodlama örneği görülmektedir.



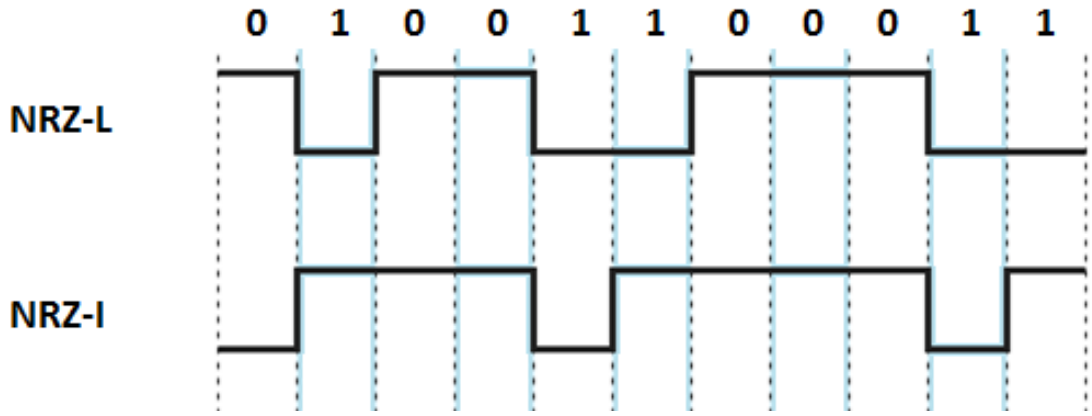
NRZ-I (Non Return Zero-Inverted) Sıfıra Dönmeyen Terslenmiş

NRZI (Non Return Zero Inverted) Sıfıra Dönmeyen Terslenmiş kodlama tekniği, NRZ kodlama tekniğinin bir çeşididir. NRZ-L'de olduğu gibi NRZ-I'da da bit süresince voltaj seviyesi sabittir. Bit zamanının başlangıcında, sinyal geçişinin olması yada olmamasına göre veri bitleri kodlanır. Bit zamanının başlangıcındaki geçiş (düşükten yükseğe yada yüksekten düşüğe) ikili 1'i ifade ederken, herhangi bir geçişin olmaması da ikili 0'ı ifade etmektedir. Kısaca veri bitimiz 1 ise mevcut durumun tersi durum olacaktır, fakat veri bitimiz 0 ise mevcut durum aynı şekilde korunacak geçiş olmayacaktır.

NRZ-I, farksal kodlama tekniklerine bir örnektir. Farksal kodlamada iletilecek olan bilgi; sinyal elemanlarının kendisi yerine, sinyal elemanlarının arasındaki değişimlerle ifade edilmektedir. Farksal kodlamadaki yapı şu şekildedir;

- eğer mevcut bit 0 ise bir önceki sinyalin durumu aynı şekilde korunur.
- eğer mevcut bit 1 ise bir önceki sinyalin durumu terslenir (pozitif voltaj ise negatif voltaj ya da negatif voltaj ise pozitif voltaj olur).

Gürültülü ortamlarda, farksal kodlamanın sinyalinin alıcı taraftaki algılanmasında geçişin olup olmadığını algılamak, genlik seviyesini algılamaktan daha geçerli sonuç elde edilir. Aşağıdaki şekilde NRZ-L ve NRZ-I kodlama teknikleri mukayese amacıyla bir arada verilmiştir. NRZ-L'de her veri biti sabit bir sinyal elemanı iken, NRZ-I da her bir sinyal elemanı veri bitinin değerine göre bir önceki sinyal elemanın tersi ya da aynısıdır.



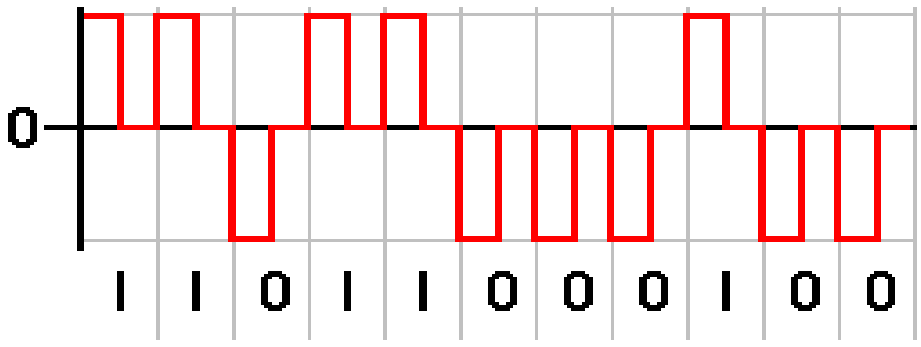
NRZ Avantaj ve Dezavantajları

NRZ kodlama tekniği mühendislik açısından uygulaması en kolayıdır. Fakat bu kodlama tekniğinin senkronizasyon problemi mevcuttur. NRZ-L için ardı ardına gelen 1 veya 0, NRZ-I için ise ardı ardına gelen 0'ların olduğu bir veri dizisini düşünürsek, iletim ortamında uzun bir süre sabit voltaj olacaktır. Gönderici ile alıcı arasındaki saat sinyallerinde biraz kayma olduğunda herhangi bir geçiş (yani hareket) olmadığından senkronizasyonda kayma olabilir. Bu da alıcı tarafta yanlış bitin okunmasına neden olabilir.

Basitliğinden dolayı NRZ kodlama, sayısal manyetik kayıtlarda sıklıkla kullanılmaktadır. Olumsuzluklarından dolayı sinyal iletim uygulamalarında etkin olarak kullanılmamaktadır.

RZ (Return Zero) Sıfıra Dönen

RZ kodlama tekniğinde bit zamanının yarısında negatif ya da pozitif voltaj olurken diğer yarısında ise 0 voltaj değerindedir. Bu kodlamada, veri biti kodlanırken gerek pozitif, gerekse de negatif tepe değerinden her zaman 0 voltaj değerine dönüş vardır. Ve bu dönüş bit ortasında olmaktadır. Aşağıdaki şekilde **11011000100** bit dizisini RZ ile kodlanmış hali görülmektedir.



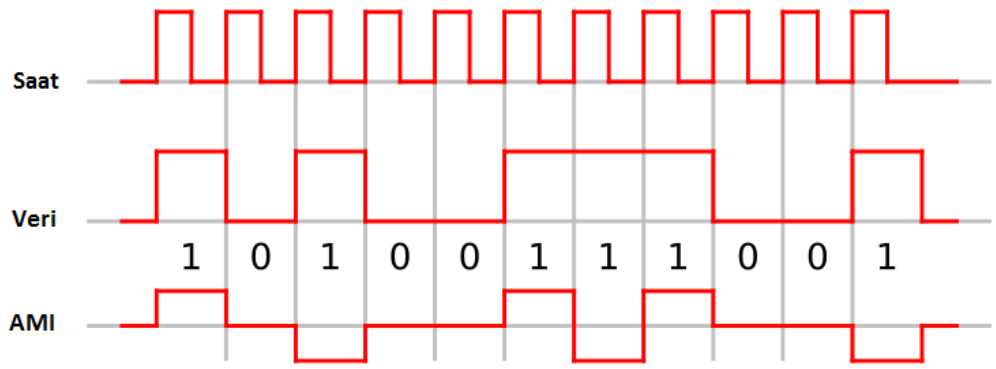
AMI (Alternate Mark Inversion)

NRZ kodlamadaki negatif yönlerini kapatmak üzere çok seviyeli ikili kodlamalar geliştirilmiştir. Bu kodlar ikiden fazla sinyal seviyesine sahiptir.

İki kutuplu AMI tekniğinde, ikilik 0 verisi hat sinyali olmamasıyla ifade edilmiştir. İkilik 1'ler ise pozitif ve negatif darbeler şeklinde gösterilmiştir. İkilik 1 verisi geldiğinde, bir önceki 1 sinyal elemanının tümleyeni (tersi) alınır. Bu yaklaşımın ardı ardına gelen 1'lerin olduğu yapıda sürekli kutup değiştireceğinden, yani pozitif kutuptan negatife ya da negatiften pozitife geçiş olacağından alıcı taraf bu geçişler ile senkronizasyon sinyalini kaymasını düzeltebilmesi avantajı vardır.

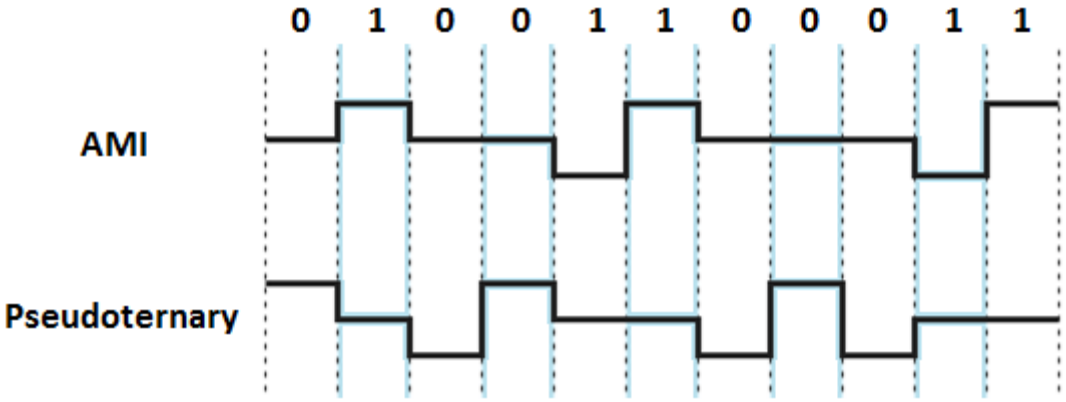
Her 1 verisi kodlanmaya geldiğinde bir önceki 1 sinyalinin kutbu terslenir. Bu da bir önceki 1 sinyali ile mevcut sinyalin aynı kutba sahip olamayacağını gösterir. Böylece basitte olsa bir hata sezme mekanizmasını doğasında barındırmaktadır.

Aşağıdaki şekilde **10100111001** verisinin AMI ile kodlanmış hali görülmektedir.



Pseudoternary (Sözde Üç aşamalı)

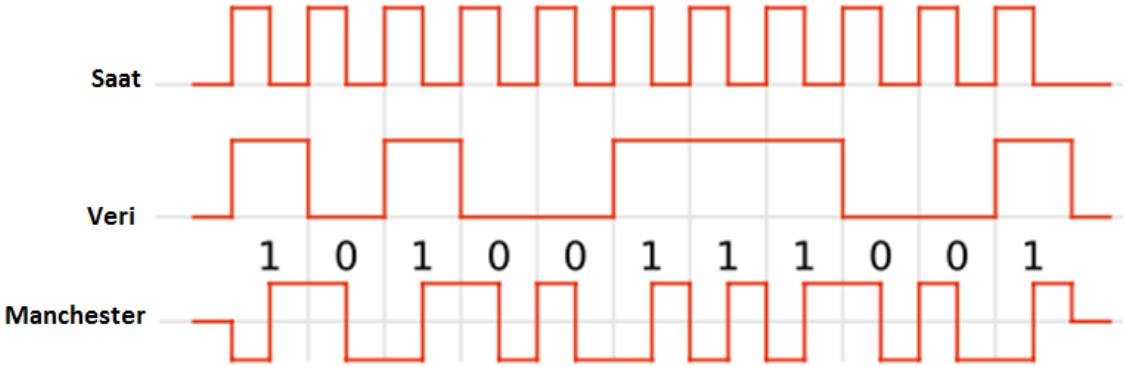
Çift kutuplu AMI kodlama mantığıyla çalışır. Farkları AMI'de kutup değiştiren veri biti 1 olurken Pseudoternary'de kutup değiştiren veri biti 0'dır. Yine AMI'de 0 ile hat sinyalinin olmaması ifade edilirken, Pseudoternary'de 1 verisi ile yapılmaktadır. Her iki tekniğinde birbirine göre artısı ya da eksisi yoktur. Aşağıdaki şekilde **01001100011** veri dizisinin hem AMI hem de Pseudoternary kodlamaları görülmektedir.



Manchester

Bir diğer kodlama teknikleri grubu da çift fazlı kodlama teknikleridir. Bu kodlama teknikleri NRZ kodlamaların negatif yönlerini çözmüştür. Bu tekniklerden ikisi Manchester ve Farksal Manchester'dır ve ikisi de sıklıkla kullanılmaktadır.

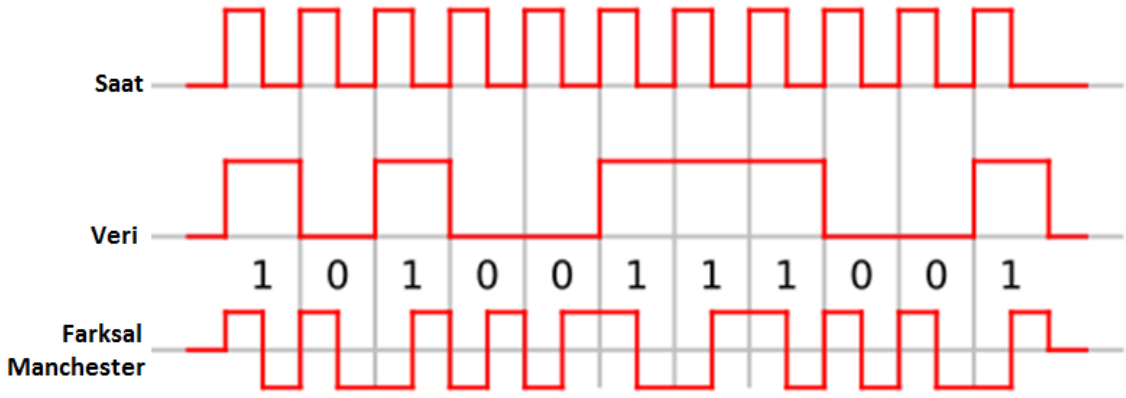
Manchester kodlamada her bit periyodunun ortasında geçiş vardır. Bu bit ortası geçişi hem saat sinyali mekanizması gibi çalışır, hem de veri olarak ifade edilir. Düşükten-yükseğe olan geçiş 1'i temsil ederken, yüksekten-düşüğe olan geçiş de 0'ı temsil etmektedir. Çift fazlı kodlama teknikleri veri iletimi için popüler tekniklerdir. Manchester kodlaması IEEE 802.3 (Ethernet) standardı tarafından kullanılır ve koaksiyel ve burulmuş-çift hattına sahip yerel ağlarda tanımlanmıştır.



Farksal Manchester (Differential Manchester)

Bit ortası geçiş sadece saat sinyalini sağlamak için kullanılır. 0 veri bitinin kodlanmasında bir önceki sinyal yönü aynı şekilde korunur (yüksekten-aşağıya ya da aşağıdan-yukarıya biçimi aynı şekilde korunur). 1 veri bitinin kodlanmasında ise; bir önceki sinyal elemanının yönü terslenir. Bir önceki sinyal elemanının yönü yukarıdan-aşağıya doğru ise mevcut sinyal elemanı aşağıdan- yukarıya doğru olacaktır. Yine bir önceki sinyal elemanının yönü aşağıdan-yukarıya doğru ise mevcut sinyal elemanının yönü yukarıdan-aşağıya doğru olacaktır.

Farksal Manchester kodlaması IEEE 802.5 Token Ring yerel alan ağ protokolünde korumalı burulmuş çift (STP) için tanımlanmıştır. Aşağıdaki şekilde **10100111001** veri dizisi için Farksal Manchester kodlama örneği verilmiştir.



Çalışma Soruları

1. Haberleşme sistemi işleyişini tanımlayınız.
2. Sinyallerin nasıl kodlandığını açıklayınız.
3. Kodlama tekniklerini açıklayınız.

Kaynaklar

1. Stallings, William, and William Stallings. Data and computer communications. Vol. 6. New Jersey: Prentice hall, 1997.
2. Kurose, James F., and Keith W. Ross. Computer Networking: A top-down approach featuring the Internet. Vol. 2. Reading: Addison-Wesley, 2001.
3. Çölkesen, Rifat ve Örencik, Bülent. Bilgisayar Haberleşmesi ve Ağ Teknolojileri. Papatya Yayıncılık, 2003.
4. Tanenbaum, Andrew S. "Computer Networks, 4-th Edition." (2003).